



PREDAVANJA SEKCIJSKI DEL I

dr. Bruno Dujič, CBD gradbeno in poslovno projektiranje d.o.o.

Pomembnost detajlov pri projektiranju lesenih konstrukcij za uspešen razvoj trajnostne gradnje

V Sloveniji je bilo v zadnjih letih v lesenem masivnem križno-lepljenem (X-Lam) CLT ploskovnem sistemu sprojektiranih in zgrajenih nekaj večjih objektov. Poleg tega je bilo v X-Lam CLT sistemu nadgrajenih tudi nekaj obstoječih stavb, saj ima ta konstrukcijski sistem zaradi lahкотnosti in velike togosti ugoden potencial za nadgradnjo stavb tudi na potresno ogroženih območjih.

V predavanju bodo predstavljena izhodišča in detajli za projektiranje X-Lam CLT konstrukcij v obeh primerih, novogradnje in nadgradnje. Prvi primer bo nova 5-nadstropna stavba s kombinacijo armiranobetonske konstrukcije v pritličju, drugi primer pa bo 3-nadstropna X-Lam CLT konstrukcija kot nadgradnja obstoječe dvonadstropne zidane stavbe, ki je bila zgrajena na začetku 20. stoletja v središču Ljubljane. V obeh primerih bodo prikazane analize potresnega načrtovanja po EC8 in vpliv lastnosti mehanskih povezav na odziv konstrukcije. Lastnosti mehanskih povezav namreč pomembno vplivajo na potresni in vetni odziv stavbe, še posebej če je potrebno omejiti medetažne premike, da se preprečijo poškodbe nekonstrukcijskih elementov v stavbah. Potresna analiza s togimi povezavami med X-Lam CLT stenami in ploščami zelo podceni velikost vodoravnih deformacij stavbe pri horizontalni obtežbi. Zato je upoštevanje ustreznih togosti mehanskih povezav ključnega pomena za doseganje realnega odziva pri določitvi deformacij stavbe pri vodoravnih obtežbah.

Tako so za uspešen razvoj trajnostnega gradbeništva potrebna znanja in napredne projektantske rešitve, kjer so ključni detajli različnih kompozicij gradbenih materialov. Prav hibridne konstrukcije stavb s pretežno leseno konstrukcijo bodo predstavljale uspešno trajnostno inženirstvo, pri čemer bodo morali izkušeni projektantski timi znati izkoristiti prednosti vsakega materiala in tako sprojektirati odporno stavbo na vse predvidene vplive, kot so nezgodne obtežbe in vlaga. Glede na težave v lesenih konstrukcijah zaradi vpliva vlage se bo na račun trajnosti morala temu nekoliko podrediti tudi estetika stavb, saj je pri vključevanju naravnih materialov kot je les oziroma lesena konstrukcija potrebno spoštovati ukrepe za zaščito lesa pred vplivom vlage.

Netrajnostno obnašanje in prekomerna uporaba nenaravnih materialov, ki negativno vplivajo na okolje, je vedno bolj neopravičljivo dejanje. Ohranitev okolja je postala upravičena vsesplošna družbena skrb, saj uničeno okolje nima cene. Tako je potrebno za razvoj sodobnega trajnostnega gradbeništva izobraziti projektante in izvajalce, ki bodo lahko kakovostno izvrševali naloge, ki jih vgradnja in nega naravnih materialov, še posebej, če so ti uporabljeni v konstrukcijske namene, potrebuje.

Amel Emkić, Wienerberger d.o.o.

Izbira konstrukcijskega sistema kot osnove za trajnostno projektiranje in zmanjšanje vpliva na okolje

Prilagajanje podnebnim spremembam zahteva nenehna prizadevanja in preoblikovanje vseh dejavnosti v prostoru. Koncept trajnosti je v gradbeništvu vse pomembnejši, od projektantov pa se zahteva celovito obravnavanje že v zgodnjih fazah projekta (idejna zasnova, izbira materialov itd.). V okviru predavanja bodo predstavljeni rezultati raziskovalnega projekta o vplivu vrste konstrukcijskega sistema in uporabljenih materialov



na emisije CO₂ stavbe v celotnem življenjskem ciklu. Poleg tega bodo predstavljeni možni pristopi in temelji trajnostnega projektiranja, ki so namenjeni zmanjšanju vpliva na okolje.

doc. dr. Nina Rman, Geološki zavod Slovenije

Načrtovanje sistemov rabe geotermalne energije na podlagi javno dostopnih podatkov

Dolgoročno najbolj učinkoviti, okoljsko sprejemljivi in finančno ugodni energetske sistemi so optimalno prilagojeni lokalnim danostim. Zahteve po (pre)hitrem razvoju projektov pri načrtovanju sistemov rabe geotermalne energije pogosto ne dopuščajo obsežnih raziskav, zato se prevzamejo izkustvene vrednosti ali iz standardov (nemški, švicarski). Ker je Slovenija geološko (3D) izredno raznolika in so investicije v večje sisteme višje, je zelo pomembno, da se za načrtovanje uporabijo vsaj vsi javno dostopni geološki podatki.

Predpogoj za dimenzioniranje je poznavanje osnovnih in vršnih potreb objekta po toploti, hladu in/ali električni energiji, kar je odvisno tudi od podnebja. Pri načrtovanju rabe geotermalne energije pa so pomembne temperature - na površini tal in v globinah, geotermični gradienti in gostota toplotnega toka.

Za odprte sisteme (vodnjaki, vrtine), tudi za termalno vodo, je nujna prisotnost obsežnega in izdatnega vodonosnika na želeni globini ter temperatura in kemijska sestava vode, ki omogočata željeno rabo. Pri zaprtih sistemih (geosonde) in podzemnem skladiščenju toplote so ključni parametri toplotna prevodnost, difuzivnost in volumna toplotna kapaciteta. Vedno je pomembno poznavanje vpliva podzemne vode, saj njen tok vpliva na učinkovitost sistema.

Največ geoloških informacij je na voljo na spletni strani Geološkega zavoda Slovenije s pregledovalnikom e-podatkov eGeologija. Ta vsebuje bazo vrtin (eVrtine), podatke o rudarskih posegih in koncesijah (Rudarska knjiga), geotermične (Geotermija) in hidrogeološke karte (Hidrogeologija), objave iz revije Geologija (npr. Pregled toplotnih lastnosti kamnin in sedimentov v Sloveniji; Raziskave geoloških in geotermalnih razmer za oceno potenciala plitve geotermalne energije na območju Ljubljane, Slovenija), letno bilanco rabe geotermalne energije v zborniku Mineralne surovine...

Za direktno rabo je izhodišče spletna stran projekta INFO-GEOTHERMAL, ki vsebuje prostorske, zakonodajne in finančne smernice za razvoj projektov rabe termalne vode in dodatne povezave na druge spletne strani in projekte. Tu je dostopen pregledovalnik 3D geotermalnega modela SV Slovenije, ki omogoča pred-izvedljivostno analizo geotermalnega potenciala in oceno stopnje raziskovanosti. Ministrstvo za naravne vire in prostor ter Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo sta vir informacij za zakonodajni razvoj projektov.

Za plitvo geotermijo je pomembno upoštevati Smernice za vrtanje v plitvi geotermiji (do 300 m), ki so dostopne na portalu Energetika / Plitva geotermalna energija ter navodila Direkcije RS za vode, za dovoljenja za raziskavo podzemnih voda, vodna soglasja ali pridobitev vodnega dovoljenja. Uporabni so tudi pregledovalniki Geotermija potenciali (Borzen), Trajnostna energija Geotermalna energija, Atlas okolja, Slovenski okoljski javni sklad (Eko Sklad), GeoPLASMA-CE in Analize potenciala plitve geotermalne energije v Sloveniji do leta 2050.

Evropski podatki so dostopni na pregledovalniku zemljevidov EGDI (European Geological Data Infrastructure).



Irena Koželj, Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo
Predstavitev novosti iz predlogov uredb o odpadkih, ki nastanejo pri gradnji

Leta 2023 je v Sloveniji nastalo 11,4 milijona ton odpadkov, od katerih je bilo skoraj tri četrtine (8,5 milijona ton) gradbenih odpadkov in odpadkov iz odstranitve objektov (v nadaljnjem besedilu: gradbeni odpadki). Gradbeni odpadki so po nastali količini tudi največja skupina odpadkov v EU, z razmeroma stabilnimi količinami, proizvedenimi v daljšem časovnem obdobju, in visokimi stopnjami predelave. To sicer daje vtis, da se z njimi ravna krožno, vendar podrobnejši pregled razkrije, da predelava teh odpadkov v veliki meri temelji na postopkih zasipanja in nizkokakovostnem recikliranju, kar ovira možnost dejanskega prehoda na krožno ravnanje z gradbenimi odpadki.

Zato smo na Ministrstvu za okolje, podnebje in energijo pripravili predloge treh novih predpisov, s katerimi želimo nadgraditi trenutni sistem ravnanja z gradbenimi odpadki, vzpostaviti čim boljše preprečevanje gradbenih odpadkov ter povečanje količine in kakovosti recikliranja teh odpadkov. V zvezi s preprečevanjem odpadkov bo nova uredba, ki ureja merila za določitev, kdaj je zemeljski izkop, ki nastaja pri gradnji, stranski proizvod in ne odpadek, ob izpolnjevanju meril omogočala uporabo precejšnjega deleža nastalih zemeljskih izkopov brez upoštevanja zakonodaje o odpadkih. Z ukrepi v zvezi s predelavo odpadkov želimo odpraviti pomanjkanje zaupanja v kakovost predelanih gradbenih materialov in vzpostaviti konkurenčen trg sekundarnih surovin, pri čemer moramo upoštevati, da pretirano široka razlaga definicije odpadkov nalaga podjetjem nepotrebne stroške in lahko zmanjša privlačnost materialov, ki bi se sicer vrnili v gospodarstvo, preozka razlaga pa bi lahko povzročila okoljsko škodo ter spodkopala skupne standarde za odpadke v EU. Bistveni cilj predlogov uredb je tudi odprava administrativnih ovir za primerne predelane odpadke mineralnega izvora, ki izpolnjujejo pogoje in merila za prenehanje statusa odpadka (in za uporabo stranskega proizvoda kot nadomestni gradbeni material), ter njihova konkurenčnost in prosta uporaba (brez obveznosti po zakonodaji o odpadkih) na trgu. Ponovna uporaba gradbenih materialov in priprava za ponovno uporabo gradbenih odpadkov nudita tudi velik potencial varčevanja z viri in energijo ter s pomembnimi prihranki emisij toplogrednih plinov.

doc. dr. Stanislav Lenart, Zavod za gradbeništvo Slovenije

Sekundarni in reciklirani materiali v nasipnih plasteh konstrukcij iz armirane Zemljine

Sekundarni in reciklirani materiali zaradi svoje stroškovne učinkovitosti in nizkega okoljskega odtisa postajajo vse bolj zanimivi kot polnila v geotehničnih konstrukcijah, kot so oporni zidovi in mostni oporniki iz armiranih zemljin. Uporaba sekundarnih materialov, vključno z zemeljskimi materiali s slabšimi inženirskimi lastnostmi, je mogoča, če so ti materiali predhodno ustrezno preizkušeni, tako glede njihovih lastnosti kot glede interakcij z armiranimi geosintetiki, in je dokazano, da konstrukcija iz armirane zemljine dosega ustrezno nosilnost in stabilnost.

Med najpogostejšimi recikliranimi polnili so reciklirani beton, asfalt in različni pepeli, ki so se že izkazali za okolju prijazno alternativo običajnim agregatom. Da bi zagotovili ustreznost teh materialov za specifično uporabo, so potrebne temeljite karakterizacije in testiranja. Napredne geotehnične analize, vključno z laboratorijskimi preskusi in numeričnim modeliranjem, omogočajo določanje optimalnih mešanic materialov in načina ojačitev, z namenom doseganja zahtev nosilnosti in trajnosti konstrukcij.



V sklopu predavanja bodo predstavljene izkušnje s praktično uporabo ostankov iz papirne industrije in odloženih rečnih nanosov po poplavah. Posebna pozornost bo namenjena preučevanju vpliva časa na lastnosti zgoščanja in deformacij materiala ter analizi vpliva visoke bazičnosti zasipnega materiala na dolgoročno uporabnost konstrukcij. Ugotovitve kažejo, da lahko premišljena uporaba sekundarnih in recikliranih materialov v geotehničnih projektih vodi v bolj trajnostne in stroškovno učinkovite rešitve pri načrtovanju in izvedbi sodobnih infrastrukturnih objektov.

Dr. Lidija Ržek, Zavod za gradbeništvo Slovenije

Uporaba recikliranih asfaltov

Sodobni način življenja neizogibno vodi do nastanka odpadkov. Okoljska ozaveščenost, tržna naravnost in potreba po ekonomičnih rešitvah nas vse bolj usmerjajo k obravnavi odpadkov kot vira za ponovno uporabo. Trajnostni pristopi so ključni za zmanjšanje okoljskih vplivov in učinkovitejšo rabo naravnih virov. V skladu z načeli trajnostnega razvoja je pomembno preprečiti nastajanje novih odpadkov ali jih reciklirati in ponovno uporabiti. S tem hkrati rešujemo dve pomembni težavi: nadomestimo uporabo naravnih materialov in zmanjšamo količino odloženih odpadkov. Reciklaža gradbenih odpadkov prispeva k manjšemu degradiranju okolja zaradi pridobivanja virov, hkrati pa zmanjšuje emisije toplogrednih plinov in porabo energije.

Ena izmed pomembnih rešitev je uporaba recikliranih asfaltov, ki združujejo gospodarske in okoljske prednosti. Asfalt je material, ki ga lahko skoraj v celoti recikliramo in ponovno uporabimo, zato je smiselno, da raziskujemo možnosti njegove nadaljnje uporabe. Reciklirani asfalt (RAP) je material, pridobljen iz poškodovanih ali obnovljenih cest, ki vsebuje stare agregate in preostalo bitumensko vezivo. Njegova uporaba omogoča ponovno vključitev teh materialov v proizvodnjo novih asfaltnih zmesi.

Obstajata dve glavni tehnologiji recikliranja asfaltov: vroče in hladno recikliranje. Vroče recikliranje poteka v asfaltnih bazah, kjer se RAP segreje in kombinira z novimi materiali, medtem ko hladno recikliranje uporablja postopke pri nižjih temperaturah, pogosto na samem gradbišču. Vsaka tehnologija ima svoje prednosti in omejitve, ki vplivajo na njeno izbiro glede na specifične zahteve projekta.

Kljub jasnim prednostim uporabe recikliranih asfaltov ostajajo izzivi, kot so variabilnost materialov RAP, prilagoditev proizvodnih postopkov in zagotavljanje kakovosti končnih zmesi. Pri tem igrajo ključno vlogo raziskave in preiskave, saj nam omogočajo boljše razumevanje vedenja asfaltnih zmesi z RAP-om ter napovedovanje njihove dolgoročne učinkovitosti.

Predavanje bo predstavilo izkušnje in raziskave, ki kažejo, da reciklirani asfalt ob ustrezni obdelavi dosega dobre mehanske lastnosti in trajnost, primerljive z novimi asfaltnimi zmesmi. Predstavljeni bodo primeri iz prakse, ki dokazujejo, da lahko reciklirani asfalt ob ustrezni obdelavi doseže mehanske lastnosti in trajnost, primerljive z novimi zmesmi.

Zaključek bo izpostavil, da reciklirani asfalt ni zgolj okoljska rešitev, temveč tudi priložnost za dolgoročno gospodarsko učinkovitost in trajnostno načrtovanje infrastrukture. Z ustreznim pristopom in sodelovanjem vseh deležnikov ima potencial postati ključen gradbeni material prihodnosti.



Borut Hojnik, Javno podjetje Nigrad, komunalno podjetje, d. o. o.

Projekt CINDERELA – Primer ponovne uporabe gradbenih odpadkov za gradnjo pri sanaciji degradiranega območja

Projekt Cinderela (Horizon 2020) je tematsko obravnaval predelavo nekaterih vrst gradbenih odpadkov in njihovo možno nadaljnjo uporabo. Vloga Javnega podjetja Nigrad, kot projektnega partnerja, je bila vezana na demonstracijski prikaz oz. demopilot reciklaže odpadkov in njihove nadaljnje uporabe. Z namenom zagotovitve ustreznega demonstracijskega prikaza se je kot projektno aktivnost saniralo 3000 m² degradiranega območja (pilot 1), ki je bilo predhodno zasuto z gradbenimi odpadki. Posledično se je vzpostavil osnovni delovni plato ter izgradila dovozna cesta iz recikliranih materialov (pilot 2). Uporabilo se je štiri različne sekundarne materjale (mešani gradbeni odpadki, recikliran asfalt, elektrofilterski pepel, zmes odpadnih materialov gradbenega značaja) ter posledično vzpostavilo štiri različne sektorje, ki se jih je v nadaljevanju projekta spremljalo iz vidika obstojnosti. V posamezen odsek dovozne ceste so bili vgrajni senzorji, ki so spremljali deformacije oz. obstojnost v obdobju obremenitve (težje obremenitve – dostava in odvoz razsipnih materialov s tovornjaki). V okviru projekta je bil izdelan tudi nasip (pilot 3), ki je prav tako narejen iz odpadnih predelanih agregatov kot so mešan gradben odpad, recikliran asfalt, recikliran beton in drugi mešani odpadni agregati. Dodatno demonstracijo predstavlja vzpostavljen montažni objekt, katerega osnovni gradniki so lastno proizvedeni betonski bloki (pilot 4). Z lastno mobilno betonarno se je vršila proizvodnja betonskih blokov iz 100% recikliranega betonskega agregata in reciklirne industrijske vode ter deževnice. Pri izdelavi betonskih blokov iz recikliranih agregatnih materialov so bili testno uporabljeni tudi drugi odpadni materiali (odpadne sveče, pepel itd), vendar ti materiali niso ustrezali oz. dosegali željenih parametrov za uspešno nadaljnjo uporabo blokov. Projekt je obravnaval še vrsto ostalih aktivnosti, ki so jih izvajali projektni partnerji in predstavljajo izjemno knjižnico uspešno implementiranih praks na temo krožnosti. Izpostaviti je vredno vzpostavljeno spletno platformo Cindeross, kjer so predstavljene uspešne prakse in poslovni krožni modeli v gradbeništvu. Platforma prav tako ponuja osnovo za trgovanje s sekundarnimi materiali in odpadki.

Rezultati projekta Cinderela oz. izvedene demonstracije predstavljajo izhodišče za nadaljnji razvoj in nadgradnjo v smislu pridobitve in izvedbe drugih nacionalnih oz. evropskih razvojnih projektov iz področja krožnih praks. Izrednega pomena za lokalno okolje pa je uspešna operativna poprojektna uporaba vzpostavljenih lokacij v smislu centra za predelavo odpadkov v kraju Dogoše.

Sašo Seljak, Alpacem Cement, d.d.

Pot do ogljično nevtralnega betona: Izzivi in priložnosti cementne industrije

Cementna industrija globalno gledano prispeva približno 7 % vseh emisij CO₂ antropogenega izvora. Zniževanje ogljičnega odtisa je posledično osrednji cilj cementne industrije že zadnja desetletja, posebej intenzivno pa v zadnjem desetletju. Jasne zaveze Evropske unije k razogljičenju so spodbudile evropsko cementno industrijo, da postavi jasne časovnice s konkretnimi koraki za doseg ogljične nevtralnosti do leta 2050.

V kratkoročnem obdobju je uporaba cementov z nizkimi deleži klinkerja eden najučinkovitejših mehanizmov za zmanjšanje ogljičnega odtisa. Čeprav so takšni cementi tehnično dovršeni in dokazano kakovostni, pa njihova uporaba v gradbeništvu v mnogih evropskih državah, tudi pri nas, še vedno zaostaja za svojim potencialom. Razlogi za to so pogosto povezani z nezadostno ozaveščenostjo ter splošno skepso glede »zelenih« proizvodov v gradbeništvu.



Za dosego trajnostnih ciljev EU na področju grajenega okolja iz betonskih konstrukcij pa ne bo dovolj le razvoj in uporaba nizkoogljičnih cementov, ampak bo ključno sodelovanje vseh deležnikov v vrednostni verigi. S premišljenim načrtovanjem lahko zmanjšamo količino potrebnega materiala, izboljšamo trajnost objektov in podaljšamo njihovo življenjsko dobo, kar dolgoročno zmanjša emisije in porabo naravnih virov. Prav tako pa je že v fazi načrtovanja potrebno razmišljati o recikliranju po koncu faze uporabe objekta, saj bodo v prihodnosti gradbeni odpadki postali ključni vir surovin za industrijo gradbenih materialov.

Predavanje bo povzemalo glavne izzive ter priložnosti cementne industrije pri zmanjševanju ogljičnega odtisa. Predstavljene bodo nove vrste nizkoogljičnih cementov, trenutne prakse v industriji in smernice za prihodnost. Poudarjen bo pomen recikliranja gradbenih odpadkov in potencial njihove rabe v cementni industriji. Prikazan bo pomen uporabe cementov z nizkimi deleži klinkerja v betonskih mešanicah, podprt s konkretnimi rezultati iz prakse. Predavanje bo osvetlilo, kako z inovacijami v cementni industriji in učinkovitim sodelovanjem vseh deležnikov v gradbeništvu lahko že v kratkem času dosežemo pomemben napredek pri zmanjšanju emisij v grajenem okolju in tako prispevamo k doseganju cilja ogljične nevtralnosti.

dr. Rok Cajzek, GIC GRADNJE, d.o.o.

Sodobna proizvodnja betona z nižjim ogljičnim odtisom

Beton ostaja ključni gradbeni material za zahtevne in trajnostne projekte, vendar pa visoke emisije CO₂, povezane z njegovo proizvodnjo, predstavljajo pomemben izziv za doseganje trajnostnih ciljev. Da bi se približali ciljem Združenih narodov (ZN) za trajnostni razvoj, se inovacije v gradbeni panogi vse bolj osredotočajo na zmanjšanje ogljičnega odtisa in izboljšanje trajnosti betona s pomočjo omogočitev tehnologij ter uvajanja naprednih materialov, proizvodnih tehnologij in vitkih konstrukcij.

Digitalizacija v gradbeništvu, ki vključuje uporabo BIM modelov, naprednih simulacij, IIoT sistemov, pametnih senzorjev, avtomatizacije in umetne inteligence v betonarnah, omogoča natančen nadzor nad lastnostmi materialov, surovin, receptur in porabo energije. Sodobni algoritmi za uravnavanje razmerij med potrebnimi surovinami omogočajo zmanjšanje uporabe cementa, ki je glavni vir CO₂ emisij. Hkrati pa optimizacija porabe energije, v kombinaciji z uporabo alternativnih virov energije in zmanjšanje odpadkov prispevajo k stroškovno učinkovitejši ter okolju prijaznejši proizvodnji betona. Digitalizacija prav tako omogoča boljšo sledljivost, kar zagotavlja natančno spremljanje kakovosti in dolgoročno vzdržljivost konstrukcij, obenem pa podpira modele krožnega gospodarstva z učinkovitejšimi procesi reciklaže in manjšimi potrebami po novih materialih.

Razvoj novih betonskih mešanic, ki vključujejo alternativne vrste cementa, veziv in druge reciklirane materiale zmanjšuje odvisnost od tradicionalnih virov surovin, ki so glavni vir CO₂ emisij. Napredne tehnologije za zajemanje in uporabo ogljika (CCU) omogočajo zajem CO₂ iz ozračja ter njegovo vključitev v proizvodnjo betona, kar vodi do betona z negativnim ogljičnim odtisom in pomeni ključni korak k doseganju ZN ciljev za neto ničelne emisije.

Inovacije v proizvodnji betona izražajo globalno zavezanost k preoblikovanju betona v bolj trajnosten material, skladno s Pariškim sporazumom in širšimi cilji ZN glede podnebnih ukrepov. Z vlaganjem v omogočitelne tehnologije, izobraževanje kadrov in povezovanje različnih strok lahko gradbena industrija zmanjšuje okoljski vpliv betona ter omogoča trajnostno gradnjo brez kompromisov glede trdnosti, dolgotrajnosti in vzdržljivosti.

Prehod v nizkoogljično gospodarstvo koristi tako okolju kot tudi odpornosti industrije in utrjuje družbeno odgovornost stroke do našega planeta in prihodnjih generacij.